

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07055748 A**

(43) Date of publication of application: **03.03.95**

(51) Int. Cl

G01N 27/18
G01N 25/64

(21) Application number: **05198148**

(22) Date of filing: **10.08.93**

(71) Applicant: **RICOH SEIKI CO LTD**

(72) Inventor: **ISHIBASHI TETSUO**
MANAKA JUNJI

(54) **AMBIENT GAS METER**

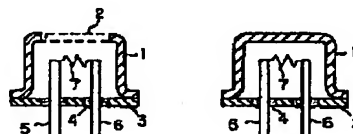
(57) Abstract:

PURPOSE: To obtain an ambient gas meter having a high accuracy and a high responsiveness and being inexpensive by providing a low-temperature drive circuit, a high-temperature drive circuit, a comparative detection circuit, etc.

CONSTITUTION: A humidity detecting element is constructed in such a manner that a detecting element 7 is fusion-bonded to the fore ends of parallel lead pins 5 and 6 disposed through a base 3 of a high heat conduction material at a prescribed minute interval between them with a hermetic seal 4 interposed and that a seal cap 1 having a mesh 2 is fixed on the base 3. The element 7 is a minute temperature-sensitive element of a very thin wire, a thin film, a thermistor or the like constituted of platinum, tungsten or the like having a positive temperature characteristic and of silicon carbide, tantalum nitride or the like having a negative temperature coefficient. The resistance value of the element 7 changes in accordance with ambient temperature and humidity when the element is heated at a low or high temperature, and the heat capacity thereof is very small. Therefore the minute temperature-sensitive element formed of the very thin wire is used in the form of a microbridge structure for the element 7, and it reaches a prescribed temperature

of thermal equilibrium in a minute time at the time of heating and returns to the ambient temperature immediately when a heating power is stopped.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-55748

(43) 公開日 平成7年(1995)3月3日

(51) Int. Cl.⁶

G 0 1 N 27/18
25/64

識別記号

庁内整理番号

9115-2J

D 6928-2J

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平5-198148

(22) 出願日 平成5年(1993)8月10日

(71) 出願人 000115739

リコー精密株式会社

東京都大田区大森西1丁目9番17号

(72) 発明者 石橋 哲男

東京都大田区大森西1丁目9番17号 リコ
ー精密株式会社内

(72) 発明者 間中 順二

東京都大田区大森西1丁目9番17号 リコ
ー精密株式会社内

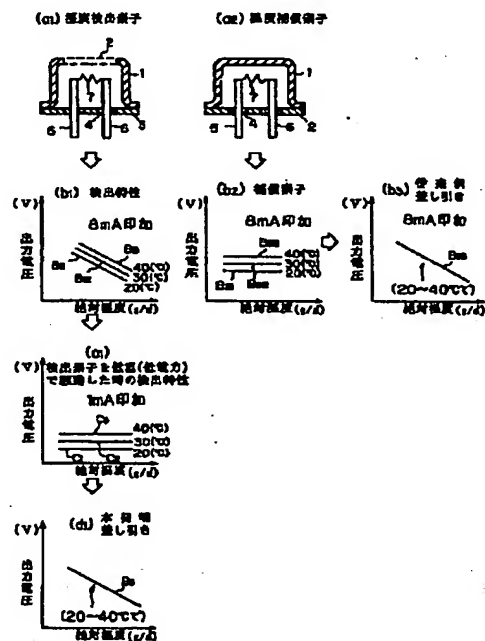
(74) 代理人 弁理士 高野 明近 (外1名)

(54) 【発明の名称】 雰囲気計

(57) 【要約】

【目的】 急激な環境変化があっても周囲温度検出と気体濃度検出の検出位置誤差をなくし高応答性であり安価な気体濃度検出素子とする。

【構成】 従来の雰囲気計の一例としての湿度計は、マイクロブリッジ状に配設された検出素子7を有する2つの検出素子 (a_1), (a_2) を用い、メッシュ2で通気する湿度検出素子 (a_1) による周囲温度に比例し、湿度と負比例関係にある (b_1) の出力電圧から、同一形状でメッシュ2のない周囲温度補償素子 (a_2) による周囲温度に比例した (b_2) の出力電圧を減算して (b_2) の絶対湿度に対して負に比例する出力電圧を求めている。本発明では1個の湿度検出素子 (a_1) を低温加熱することにより周囲温度に比例する (c_1) の出力電圧を検出して、これを上記 (b_1) の出力電圧 (b_1) から減算して絶対湿度に対して負に比例した (d_1) の出力電圧を得る。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 雰囲気中において加熱される抵抗体の抵抗値の変化に基づいて前記雰囲気中の所定気体を検知する雰囲気計において、前記抵抗体を抵抗変化が雰囲気温度のみに影響される低温度で加熱する低温駆動回路と、前記抵抗体を抵抗変化が雰囲気温度および所定気体に感応する高温度で加熱する高温駆動回路と、前記抵抗体両端に生ずる高温における電圧から低温における電圧を比較する比較検出回路とからなり、該比較検出回路の出力電圧に応じて前記雰囲気に含まれる所定気体濃度を検知することを特徴とする雰囲気計。

【請求項2】 低高温加熱期間および加熱休止期間を定める計測ON/OFF信号発生回路と、前記低高温加熱期間に同期して抵抗体を加熱する基準電力発生回路と、前記低高温加熱期間に同期して低温加熱および高温加熱時の前記抵抗体の抵抗を電圧として読み取る読み取りのタイミングを定める時間計測回路と、前記抵抗値読み取りタイミングに同期して抵抗体に生ずる電圧を読み取る電圧測定回路と、低温加熱における抵抗体に生ずる電圧を周囲温度に対応する電圧となるように補正する係数を設定乗算して補正電圧を出力する係数設定回路と、前記補正電圧を記憶するメモリ回路と、前記高温加熱における抵抗体に生ずる電圧から前記記憶された補正電圧を減算する減算回路とを有し、該減算回路の出力に比例して雰囲気内の所定気体濃度を求めることを特徴とする請求項1記載の雰囲気計。

【請求項3】 前記抵抗体を電力印加により発熱する発熱作用を有する細線状体とし、該細線状体の両端を電導ピンを介して測定気体中に絶縁保持したマイクロブリッジ形状としたことを特徴とする請求項1又2記載の雰囲気計。

【請求項4】 抵抗体を低温および高温で加熱する低高温加熱期間と、該加熱期間後前記抵抗体の抵抗が少なくとも雰囲気温度における抵抗値に戻るのに要する時間の加熱休止期間とからなる加熱サイクルで加熱することを特徴とする請求項1乃至3の何れか1に記載の雰囲気計。

【請求項5】 抵抗体の低高温加熱期間における前記抵抗体の加熱電力を低波高値の電圧又は電流パルスと、該低波高値の電圧又は電流パルス直後に出力される高波高値の電圧又は電流パルスとしたことを特徴とする請求項1乃至4の何れか1に記載の雰囲気計。

【請求項6】 抵抗体の低高温加熱期間における前記抵抗体の加熱電力を鋸歯状波の電圧又は電流としたことを特徴とする請求項1乃至4何れか記載の雰囲気計。

【請求項7】 隣接した同形等大の空洞部を有する基板と、前記空洞部上面にマイクロブリッジ状に配設され直列接続された等抵抗の抵抗体を有する雰囲気センサと；該雰囲気センサの各々の抵抗体を同時駆動するタイミングを与えるクロックパルスを発振するクロック回路と；

2

前記クロックパルスに同期して前記抵抗体の一方を低温加熱する低電力パルス、および他方を高温加熱する高電力パルスを出力する駆動回路と；前記抵抗体の高温加熱した抵抗値と低温加熱した抵抗値を比較して比較値に応じた所定気体濃度を算出する所定気体濃度演算回路を有することを特徴とする雰囲気計。

【請求項8】 前記駆動回路は、クロック回路のクロックパルスに同期して、前記直列接続された各々の抵抗体を同時に高温加熱又は低温加熱することなく、交互に高温加熱と低温加熱とを繰返し駆動することを特徴とした請求項7記載の雰囲気計。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、雰囲気計に関し、より詳細には、測定雰囲気中で低高電力で加熱される抵抗体の温度を抵抗体の抵抗値の差に基づいて検出してガス濃度を検知する自己温度補償型の雰囲気計に関するもので、例えば、湿度計、混合気体の濃度計、分圧計や分布計を含め、流量センサー、ガスクロマトグラフ、真空計、露点計や熱線式風速計などの各種計器に利用できるものである。

【0002】

【従来の技術】 混合気体雰囲気に含まれる所定の気体濃度を、当該所定気体の分子量に応じて変化する熱伝導率の差に基づいて熱的に検出する方法が知られている。この原理を利用した雰囲気計の中で、特に、湿度計は、利用範囲が広く、半導体等電子機部品、光学精密機器、繊維、食品等各工業面のプロセスにおける温度制御用としての品質管理面や、病院、ビル等の環境管理面の検出端として広く利用されているので、以下、本発明による雰囲気計を湿度計に適用した場合を例に説明するが、本発明は湿度計に限定されるものではなく、混合気体濃度の異なる一般の雰囲気計、具体的には、前述の各種計器に関するものである。而して、例えば、湿度計の湿度検出の原理としては、大別して湿気によって電気的および機械的に変化する変化量を検出するものがあるが電気的および機械的なものでも各種の原理に基づくものがある。しかし、信頼性や寿命等に問題があり、また一般に応答性が劣るものが多かった。

【0003】 この中で気体の熱伝導率を利用した湿度計は応答性が優れ、しかも信頼性が高いことが知られている。等方性物体内の所定断面の上下面を通り法線方向に単位時間に流れる熱量は、法線方向の温度傾斜と断面積に比例するが、この比例定数が熱伝導率である。気体の熱伝導率は定圧比熱の関数であり、且つ定圧比熱は気体分子量の関数である。従って、空気だけの場合と、空気中に分子量の異なるガス成分や水分が含まれている場合とでは熱伝導率が異なる。気体の熱伝導率の違いを利用した湿度計は、加熱された抵抗体から雰囲気中に放熱される放熱量の差によって生ずる抵抗体の抵抗値変化量か

3

ら湿度を求めるものである。

【0004】図24は、従来の湿度計の構造を示す部分断面図で、湿度計50は、高熱導性のアルミニウム等の均熱板55上に温度補償素子51と、検出素子52とを近接して配設した構成となっている。温度補償素子51と、検出素子52とは共に検出チップ64上に同一寸法規格の抵抗体63をマイクロブリッジ形状に配設し、このチップ64を均熱板55に固着された高熱伝導性のベース56上に固着し、抵抗体63間をハーメチックシールにより絶縁されたリードピン58を介してボンディングしたものである。温度補償素子51と検出素子52との相違は、温度補償素子51では抵抗体63が封止キャップ53で定常圧の乾燥空気中で密封されているのに対して、検出素子52では封止キャップ53の上部面が通気可能なメッシュ54で覆われている点だけである。

【0005】図示のように構成された湿度計は、温度補償素子51と検出素子52の抵抗体63が共にリードピン58を介して一定の電力で加熱される。温度補償素子51の抵抗体63は、封止キャップ51内で一定圧力の乾燥空気により覆われているため、外気の湿度影響を受けることなく周囲環境の気温のみにより変化して外気温を検出する。

【0006】一方、検出素子52の抵抗体63の抵抗は、封止キャップ53上面がメッシュ54で覆われているので湿気を含む雰囲気温度および湿度に応じて変化する。従って、検出素子52の抵抗体63の抵抗値から温度補償素子51の抵抗体63の抵抗値を減算することにより湿度による抵抗変化分が算出される。実際には抵抗値の変化は、電圧値として検出される。

【0007】しかし、封止キャップ53で密封された温度補償素子51は、周囲温度が急速に変化すると抵抗体63と封止キャップ53との間には熱伝導を緩慢にする熱伝導率の小さい空気のパuffa層があるため、封止キャップ53外周の外気湿度変動に迅速に追従できず周囲温度検出の応答が遅れてしまう。

【0008】一方、メッシュ54を有する検出素子52では加熱される抵抗体63に雰囲気温度が直接に伝わるため応答が速い。このため、雰囲気が急激に変化する場合、検出素子52で検出された雰囲気温度と温度補償素子51で検出された雰囲気温度との間には誤差が生ずる。

【0009】図25(a),(b),(c)は、従来の湿度計の雰囲気温度検出の応答遅れによる検出誤差発生を説明するための図である。図25(a)に示すように、雰囲気温度 T が時間 t_0 (0秒)から t_1 (0.01秒)まで20℃あったものが、 t_2 (0.02秒)後に急に $T=40$ ℃まで上昇し、時間 t_2 以後一定温度 $T=40$ ℃に保持された場合、それぞれの時間において、図25(b)の検出素子52の温度変化成分(電圧で示す)は図25(b)に、また温度補償素子51の温度変化成分は図2

4

5(c)に斜線で示すように検出され、温度補償素子51においては、かなりの時間遅れをもって検出される

【0010】すなわち、周囲温度が時間 t_1 (0.01秒)に温度 $T=20$ ℃から一様に上昇を初めた場合、検出素子52からは、図25(b)に示すように周囲温度 T の変化に迅速に応じて直ちに $\Delta E_1 b$ が検出されるが、温度補償素子51では、 $T=20$ ℃の状態のままの温度が検出される。時間 $t_1 \sim t_2$ (0.01~0.02秒)および時間 t_2 以降において検出素子52は図25(b)に示すように周囲温度 T の変化に迅速に追従し、温度変化分 $\Delta E_1 b$ および $\Delta E_2 b$ が検出されるのに対し、温度補償素子51は、図25(c)に示すように時間 t_2 (0.02秒)までは温度変化分はなく、時間 t_2 以降温度変化分 $\Delta E_2 c$ が検出される。つまり、キャップ外周の温度変動に追従できず、応答が遅れてしまう。この結果、 $\Delta E_1 b$ 、 $\Delta E_2 b$ および $\Delta E_2 b - \Delta E_2 c$ の検出遅れに相当する湿度検出誤差が発生する。従って、これらの素子を短時間電力印加して用いる間欠駆動方式とした場合には、温度補償素子51が検出する湿度は、明らかに、周囲温度と異なってしまう。

【0011】図26は、従来の他の湿度計を示す図で、図24に示した従来の湿度計が、熱伝導率を利用した一般的な湿度計で、温度補償素子52の空気層による時間遅れがあるのに対し、図26に示した湿度計60は、パuffa層となる図22に示した温度補償素子52の空気層を薄くするために、メッシュ61を有する封止キャップ内のベース62に基板となる検出チップ64を固着し、検出チップ64上に温度補償抵抗63および検出抵抗63'をそれぞれマイクロブリッジ形状に配設し、更に温度補償抵抗63と検出抵抗63'とを区画するキャップカバー66を被覆し、検出抵抗63'側に検出孔67を開口したものである。

【0012】温度補償抵抗63は、周囲温度検出の時間遅れを小さくするため空気層を薄くするキャップカバー66内に配設されており、そのため熱伝導時間は短くなるが、空気層が存在している点では図22の温度補償素子51と同じである。

【0013】図27は、従来の、更に他の湿度計の構造を示す平面断面図で、この湿度計70は、温度補償室71と検出室72とを均熱スリーブ73により近接して配設し、検出室72を通気孔74により外気と連通させ、温度補償室71にはリード75、75に両端を接する温度補償素子63(抵抗体 R_{11})が、検出室72内にはリード76、76に両端を接合する検出素子63'(抵抗体 R_{12})が配設されている。

【0014】検出室72に連通する通気孔73は、メッシュを使用した場合と比べて開口面積が小さく、従って応答性が犠牲になるが、温度補償室71側の熱応答時間と等しくすることができ、これによって、応答時間差にもとづく誤差とをなくすることが試みられている。

5

【0015】図28は、図27に示した温度計の回路構成例であり、温度補償抵抗体 R_{11} と検出抵抗体 R_{12} とは抵抗 R_{13} 、 R_{14} とブリッジ回路を構成し、端子78、79に接続される直流電源（図示せず）と R_{15} を介して接続される。出力は検出抵抗体 R_{12} と温度補償抵抗体 R_{11} との接続点および抵抗 R_{13} と R_{14} との接続点とに接続された抵抗 R_m の両端より、温度に比例した電圧として端子80、81を介して出力される。

【0016】しかし、図27に示した温度計は、小形ではあるが雰囲気の大気の影響を受ける。すなわち、対流の程度や、更に、通気孔74の孔径や孔位置の精度等の影響を受けるので、目的とした周囲温度の応答時間のバランスをとるのが困難であり、この温度計も上記問題は根本的には改善されていない。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】以上述べた温度補償素子および検出素子を有する従来例に共通する課題は、乾燥空気を一定圧力で封入しないと、封入気体の熱伝導率が変わってしまい、温度補償素子自体の温度検出特性が変化して、補償の役目をなさなくなることである。

【0018】さらに、温度補償素子内に封入された空気のある一定圧力が補償基準となって周囲温度を検出するものであるから、周囲温度の圧力（外気圧）が変われば熱伝導率も変化するもので、基準の効果が小さくなる。従って、乾燥空気の温度と乾燥空気を一定圧力で封入する封入条件管理は精密さを要し、これらのバラツキは生産時に特性バラツキとなって現れ、同時に検出素子と温度補償素子の組み合わせバランスが難しく、結果として歩留り率が低くなる。

【0019】さらに温度補償素子の乾燥空気の封入圧力は一定であるから、周囲の気象条件や高所地域で使用するると検出対象となる気体の圧力すなわち熱伝導率が変わるので、もし、温度補償素子内の圧力が使用条件に従って外気圧と同様に変わると温度補償が可能であるが、特に、図22および図24に示した従来例の封止キャップは、気圧変動で変形し、内圧も変化する柔軟性のある素材および構造をしていないから、正確な検出値が得られない。

【0020】また、検出対象の雰囲気が部分的にムラである時、図22および図24に示した従来例においては、検出素子と温度補償素子との間の距離が比較的大きいので、検出された信号はそれぞれの場所の状態での比較値となり、一点（同一位置）の検出位置での値でないバラバラの検出位置での値を示すこととなり意味がない。そのため、検出素子と温度補償素子はできるだけ近い距離が好ましく、図25に示した従来例の様に、ひとつの基板上に合体させれば良い。とはいっても検出素子と温度補償素子とはまだ離れた位置にあるので、より正確な測定には適さない。

【0021】

6

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を解決するために、（1）雰囲気中において加熱される抵抗体の抵抗値の変化に基づいて前記雰囲気中の所定気体を検出する雰囲気計において、前記抵抗体を抵抗変化が雰囲気温度のみに影響される低温度で加熱する低温駆動回路と、前記抵抗体を抵抗変化が雰囲気の温度および所定気体に感応する高温度で加熱する高温駆動回路と、前記抵抗体両端に生ずる高温における電圧から低温における電圧を比較する比較検出回路とからなり、該比較検出回路の出力電圧に応じて前記雰囲気に含まれる所定気体濃度を検出すること、更には、（2）低高温加熱期間および加熱休止期間を定める計測ON/OFF信号発生回路と、前記低高温加熱期間に同期して抵抗体を加熱する基準電力発生回路と、前記低高温加熱期間に同期して低温加熱および高温加熱時の前記抵抗体の抵抗を電圧として読み取る読み取りのタイミングを定める時間計測回路と、前記抵抗値読み取りタイミングに同期して抵抗体に生ずる電圧を読み取る電圧測定回路と、低温加熱における抵抗体に生ずる電圧を周囲温度に対応する電圧となるように補正する係数を設定乗算して補正電圧を出力する係数設定回路と、前記補正電圧を記憶するメモリ回路と、前記高温加熱における抵抗体に生ずる電圧から前記記憶された補正電圧を減算する減算回路とを有し、該減算回路の出力に比例して雰囲気内の所定気体濃度を求めること、更には、（3）前記抵抗体を電力印加により発熱する発熱作用を有する細線状体とし、該細線状体の両端を電導ピンを介して測定気体中に絶縁保持したマイクロブリッジ形状としたこと、更には、（4）抵抗体を低温および高温で加熱する低高温加熱期間と、該加熱期間後前記抵抗体の抵抗が少なくとも雰囲気温度における抵抗値に戻るのに要する時間の加熱休止期間とからなる加熱サイクルで加熱すること、更には、（5）抵抗体の低高温加熱期間における前記抵抗体の加熱電力を低波高値の電圧又は電流パルスと、該低波高値の電圧又は電流パルス直後に出力される高波高値の電圧又は電流パルスとしたこと、更には、（6）抵抗体の低高温加熱期間における前記抵抗体の加熱電力を鋸歯状波の電圧又は電流としたこと、或いは、（7）隣接した同形等大の空洞部を有する基板と、前記空洞部上面にマイクロブリッジ状に配設され直列接続された等抵抗の抵抗体を有する雰囲気センサと；該雰囲気センサの各々の抵抗体を同時駆動するタイミングを与えるクロックパルスを発振するクロック回路と；前記クロックパルスに同期して前記抵抗体の一方を低温加熱する低電力パルス、および他方を高温加熱する高電力パルスを出力する駆動回路と；前記抵抗体の高温加熱した抵抗値と低温加熱した抵抗値を比較して比較値に応じた所定気体濃度を算出する所定気体濃度演算回路を有すること、更には、（8）前記駆動回路は、クロック回路のクロックパルスに同期して、前記直列接続された各々の抵抗体を同時に高温加熱又は低温加熱す

ることなく、交互に高温加熱と低温加熱とを繰返し駆動することを特徴とするものである。

【0022】

【作用】特定の気体濃度を測定する雰囲気中で、抵抗体を定電力で加熱する場合、加熱電力が小さいときは、特定の気体濃度影響を殆ど受けずに雰囲気温度のみにより抵抗が変化するので抵抗体の抵抗値は周囲温度の関数となり、加熱電力が大きいときは、抵抗体の抵抗値が雰囲気温度と特定の気体濃度との関数になることを利用して、抵抗体をメッシュを有する封止キャップ内にマイクロブリッジ形状に配設して特定の気体濃度影響を受けない小電力と、特定の気体濃度影響を受ける大電力とで連続して加熱して、抵抗体を大電力駆動したときの抵抗値から小電力駆動したときの抵抗値を減算して同一抵抗体による同一場所での特定の気体濃度を算出する。

【0023】

【実施例】以下、本発明による雰囲気計を湿度計に適用した場合を例に説明するが、前述のように、本発明は湿度計に限定されるものではない。図1は、本発明による雰囲気計の一例としての湿度計の原理を説明するための図で、説明を解り易くするために従来の湿度計の湿度測定原理と対比して説明する。図1において、白抜き矢印 $(a_1) \rightarrow (b_1) \rightarrow (c_1) \rightarrow (d_1)$ は本発明による湿度測定、 $(a_2) \rightarrow (b_2)$ 、 $(a_3) \rightarrow (b_3) \rightarrow (b_4)$ は従来の湿度測定のフローを示す。図1(a₁)は、湿度検出素子の構造図、図1(a₂)は温度補償素子構造図であり、図中、1は封止キャップ、2はメッシュ、3はベース、4はハーメチックシール、5、6はリードピン、7は抵抗体(検出素子と呼ぶ)である。

【0024】図1(a₁)の湿度検出素子は、高熱伝導材のベース3上にハーメチックシール4を介して所定の微小間隔を隔て貫通配設された平行なリードピン5と6との先端に、検出素子7を溶着してメッシュ2を有する封止キャップ1をベース3に固着したものである。検出素子7としては、正の温度特性を有する、例えば、白金、タングステン、ニクロム、カンタル、又は負の温度係数を有する、例えば、SiC(炭化けい素)、Ta₂N(窒化タンタル)等の微細線もしくは薄膜、サーミスタ等の微小感温素子が接続される。

【0025】上述の検出素子7の抵抗値は、低温又は高温で加熱されたとき、周囲温度および湿度に応じて変化するものであり、その熱容量は非常に小さくしてある。このため、検出素子7は微細線又は微小体からなる微小感温素子をマイクロブリッジ構造で使用し、加熱時は微小時間で所定の熱平衡温度に到達し、加熱電力を停止したときは、ただちに周囲温度に戻るようになっている。

【0026】尚、図1(a₂)に示した温度補償素子の検出素子7は、湿度検出素子の検出素子7と同一規格で、図1(a₁)に示した湿度検出素子の封止キャップ1のメッシュ2を取り除いて検出素子7を密閉したもの

である。以上の構造をもった図1(a₁)に示した湿度検出素子と図1(a₂)に示した温度補償素子を用いた従来の湿度検出原理と、図1(a₁)に示した湿度検出素子のみを用いた、本発明による湿度検出原理について、最初に説明する。

【0027】図2(a)、(b)は、湿度検出素子の電圧電流特性図であり、図2(a)は、湿度特性を示す図で、図1(a₁)の湿度検出素子において、周囲温度が30℃一定で湿度が200g/m³の時の電圧電流特性A₁(点線)と0g/m³の時の電圧電流特性A₂(実線)を示す特性曲線、図2(b)は温度特性を示す図で、湿度0g/m³における温度20℃の時の電圧電流特性B₁(点線)、30℃の時の電圧電流特性B₂(実線)、40℃の時の電圧電流特性B₃(点線)を示す特性曲線で、横軸に検出素子印加電圧、縦軸に検出素子印加電流を示す。

【0028】図2(a)の湿度特性を示す30℃における電圧電流曲線では、湿度検出素子への印加電流が2mA以下の小さい加熱電流では、A₁曲線とA₂曲線とが略々重なって対応する電圧は約0.8V以下を示しており、この低電流加熱時では、湿度の影響を受けない温度特性のみを示し、検出素子印加電流が8mAの大電流では、A₁曲線は略3V(ボルト)、A₂曲線は略4Vを示し、大電流加熱では湿度が大きい程検出素子に生ずる電圧が小さくなり、湿度に対応した電圧を得ることができる。

【0029】図2(b)の温度特性を示す湿度0g/m³における電圧電流曲線では、検出素子の周囲には湿度がないので、検出素子に定電流、例えば、2mAを印加した場合、検出素子の両端に生ずる電圧は曲線B₁、B₂、B₃に示すように周囲温度が高い程高く、周囲温度が低い程小さいことを示す。

【0030】図1において、図1(b₁), (b₂), (b₃), (c₁), (d₁)は、共に、横軸に絶対湿度(g/m³)、縦軸に出力電圧(V)を示したグラフである。図1(b₁)は、図1(a₁)に示した湿度検出素子7に8mAの電流を印加したときの周囲温度が20℃、30℃、40℃における絶対湿度と出力電圧との関係を示した直線B₁₁、B₁₂およびB₁₃を示した図であり、出力電圧と絶対湿度とは負の比例関係にあり、周囲温度に比例する。

【0031】一方、図1(a₂)に示した温度補償素子では、図1(b₂)に示すように、出力電圧は、当然乍ら絶対湿度に無関係で周囲温度のみに比例して変化する。周囲温度が20℃、30℃、40℃の直線を各々B₂₁、B₂₂およびB₂₃とする。

【0032】図1(b₁)と図1(b₂)とから同一の周囲温度での絶対湿度に対応する出力を減算する。直線B₁₁からB₂₁を、B₁₂からB₂₂を、B₁₃からB₂₃を各々減算すると、図1(b₃)に示すように、周囲温度によらず、絶対湿度のみに負の比例関係にある絶対湿度と出

力電圧との関係直線 B_{31} が得られる。

【0033】本発明の雰囲気計の一例としての湿度計においては、検出素子7を低電流、例えば1mAで駆動したときは、図2(a)、(b)に示すように、絶対温度に影響されず周囲温度20℃、30℃および40℃のみに比例した出力電圧が得られ、図1(c₁)に示す平行直線 c_1 、 c_2 、 c_3 が得られる。これは図1(b₂)と同一の関係を示すものであり、図1(c₁)と図1(b₁)の関係とから、図1(d₁)に示すように、図1(b₂)の特性と等しい絶対温度のみに負の比例関係にある出力直線 B_0 が得られる。

【0034】以上の説明において、本発明に係る湿度検出素子は定電流で駆動した場合について述べたが、検出素子7の熱容量は極めて小さく応答性が優れているので時間幅の短いパルス電流で駆動してもよい。また、定電圧又は定電圧パルス駆動でもよい。

【0035】図3は、本発明による雰囲気計の一例としての湿度計の湿度検出素子駆動方式を説明するための図であり、図3(a₁)はパルス電流駆動方式、図3(a₂)はパルス電圧駆動方式を示す。即ち、本発明の湿度計は、図2(a)の湿度特性曲線および図2(b)の温度特性曲線に従った駆動であれば駆動パルスが定電流の場合でも定電圧の場合でもよい。図3(a₁)に示した定電流パルス駆動の場合は、定電流パルス電源10と検出素子11とを直列接続して検出素子11の両端電圧 V_{out} を検出する。図3(a₂)のパルス電圧駆動方式においては、定電圧パルス電源12と検出抵抗13および検出素子11とを直列接続して検出抵抗13の両端電圧 V_{out} を検出する。何れの場合も検出素子11に対し、駆動時の温度値が異なる2種類の定電流又は定電圧パルスが印加される。

【0036】図3(b)は、図3(a₁)電流パルス駆動時における電流パルス列の一例を示す図で、検出素子11に対し時間 t_1 から時間 t_2 に到る間は、波高値2mA、パルス幅50ms(ミリ秒)の小パルス電流を印加し、続いて、時間 t_2 から t_3 に到る間は、波高値8mAでパルス幅50msの大パルス電流を印加する。時間 t_1 から t_4 に到る100msの休止時間を置いて、再び同じ時間幅の2mA、8mAの小電流パルスと大電流パルスによる電流パルス列により駆動される。

【0037】図3(c)は、図3(b)に示した電流パルス駆動により検出素子11間に発生する電圧(V_{out})の電圧パルス列を示すもので、電流パルスの立ち上げにおいては時間遅れを伴う電圧パルスが生ずる。このため、電圧検出は電圧値が安定した c_1 、 c_2 の時間幅内で行うことが必要である。尚、図3(b)に示した駆動電流パルス列の時間 $t_1 \sim t_2$ 間の休止期間は、8mAのパルス電流印加後、検出素子11の発熱温度が略周囲温度になる時間幅を選んだものである。

【0038】図3(b)においては、小電流パルスと大

電流パルスとを連続して検出素子11に印加したが、小電流を印加してから所定の安定時間を経てから大電流を印加することでもよいが、各駆動電流パルス毎に時間遅れが生ずるので高応答性の検出はできない。これに対して図3(b)に示した駆動方法によると、図3(d)に点線 d_1 にて示すように、大電流パルスを印加したときの出力電圧の応答性が小電流駆動による予熱のため高められる。

【0039】図4(a)、(b)は、大電流パルス駆動連続して小電流パルス電流駆動したときの電流パルス波形および電圧パルス出力波形を示したものである。

【0040】すなわち、最初、時間幅 T_1 で温湿度検出のための大電流パルス(8mA)で駆動し、その後連続して時間幅 T_2 の湿度検出の小電流パルス(2mA)で駆動した場合、出力電圧は図4(b)の B_1 に示すように、大電流パルス駆動時の立ち上げの時間遅れが大きくなり、同様に、 B_2 に示すように、立ち下げ時の時間遅れも大きくなるので、小電流パルス駆動時の出力電圧安定時間が長くなり応答性のすぐれた検出ができなくなる。

【0041】図5(a)、(b)、(c)、(d)は、本発明による雰囲気計の一例としての湿度計の環境変化と出力特性との関係を説明するための図で、図5(a)は時間軸上の温度変化、図5(b)は時間軸上の湿度変化、図5(c)は印加電流波形、図5(d)は上記温度変化および湿度変化に対応した印加電流による検出出力電圧波形を示す。

【0042】印加電流は所定休止時間をもち2mAの小電流パルスに続いて印加する8mAの大電流パルスからなる連続したパルス電流で、このパルス電流は時間 $t_0 \sim t_1$ 、 $t_1 \sim t_2$ 、 $t_2 \sim t_3$ の間に1回出力される。一方、温度変化は図5(a)に示すように一定温度30℃から時間 $t_1 \sim t_2$ の期間に①20℃、②30℃、③40℃に変化し、その他の期間では30℃に保たれているものとする。また、湿度変化は図5(b)に示すように一定湿度④20g/m³から時間 $t_2 \sim t_3$ の期間に⑤10g/m³又は⑥30g/m³に変化するものである。

【0043】従って、時間 $t_0 \sim t_1$ の期間では温度、湿度共に一定、時間 $t_1 \sim t_2$ の期間では温度のみ変化し時間 $t_2 \sim t_3$ の期間では湿度のみ変化している。

【0044】この結果、検出出力電圧波形は、図5(d)に示すように時間 $t_0 \sim t_1$ の期間では温度、湿度一定に対応する出力電圧となり、時間 $t_1 \sim t_2$ の期間では、湿度一定であり温度のみに比例した出力電圧となり、大電流駆動時の出力電圧から小電流駆動時の出力電圧を減算した減算値は一定となり、この場合、湿度影響はない。これに対して、温度のみが変化する時間 $t_2 \sim t_3$ の期間では、小電流駆動時の出力電圧は温度④、⑤、⑥の場合でも一定で、大電流駆動時のみ温度影響を受け変化する。このときの出力電圧は、温度の大きい⑥

11

では小さく、温度の小さい④で大きい電圧となる。次に、このような演算を行う駆動回路に基づいて説明する。

【0045】図6は、本発明による雰囲気計の一例としての温度計の駆動回路の一例を示すブロック図で、図中、15は一定の電流をセンサに供給する回路（定電流回路）、16は係数設定回路、17はホールド回路、18は減算回路、19は出力端子である。

$$V_{11}, 1 = 2R \text{ (mV)}$$

$$V_{11}, 2 = 8R \text{ (mV)}$$

が設定されている。

【0047】更に、一定の電流をセンサに供給する回路（定電流回路）15の出力端にはa、b接点を有するスイッチSW₂が接続され、a接点には、低温加熱時の温度を温度を演算する時の周囲温度に換算するための係数Kを設定する、例えばKに応じて増幅度可変な係数設定回路16が接続され、b接点には、減算回路18の一方の入力端に接続され、高温加熱時の大電流を流したときの出力電圧V₀を入力する。

【0048】係数設定回路16と減算回路18との間には、a接点およびc接点を有するスイッチSW₁およびホールド回路17が接続されている。スイッチSW₂のa接点はホールド回路17に接続されている。

【0049】以上の如く構成された駆動回路のスイッチSW₁、SW₂およびSW₃は連動しており、切換によりスイッチSW₁、SW₂、SW₃の各々のa、b、c接点が同時に切換えられる。a接点に切換えたとき、増幅回路15の反転入力端に接続された基準抵抗Rには基準電圧V₁₁, 1に等しい電圧が印加され検出素子7には2mAの定電流が流れる。同様にb接点に切換えたとき、基準抵抗Rには基準電圧V₁₁, 2に等しい電圧が印加され検出素子7には8mAの定電流が流れる。

【0050】図7は、図6に示した駆動回路の各部にお※

$$V = V_0 - V''_s$$

が得られる。

【0053】図8は、本発明による雰囲気計の一例としての温度計の、他の実施例を説明するための駆動回路ブロック図であり、図中、20は電圧検出回路、21は電流検出回路、22は割算回路で、図6と同じ作用をする部分には図6と同一の参照番号を付している。

【0054】図8に示した駆動回路は、検出素子7の抵抗変化から温度を検出するための駆動回路である。すなわち、検出素子7を小電流で駆動したときと大電流で駆動したとき、この何れの期間においても電圧検出器20により検出素子7の両端の電圧を検出して割算回路22に入力し、一方、抵抗値が既知の基準抵抗Rの両端の電圧を電流検出器21により検出して割算回路22に入力し、割算回路22で検出素子7の抵抗値を演算する。スイッチSW₂以下の回路は、図6に示した駆動回路と同様の原理に基づいて小電流パルス駆動時の出力電圧を大

12

* 【0046】増幅回路15には、検出素子7と一端が接地された基準抵抗Rとの直列抵抗が負荷され、基準抵抗Rの電圧は一定の電流をセンサに供給する回路（定電流回路）15の反転入力端に帰還されており、非反転入力端にはa、bおよびc接点を有するスイッチSW₁が接続される。スイッチSW₁のa接点には、基準電圧V₁₁, 1、b接点にはV₁₁, 2、c接点は接地され、基準電圧V₁₁, 1およびV₁₁, 2は、

$$(1)$$

$$(2)$$

※ける波形図であり、以下、図6と図7とにより駆動回路の動作を説明する。スイッチSW₁（SW₂、SW₃も同期駆動）は図7（a）、（b）の電圧波形の駆動電圧パルスにより時間t₁～t₂および時間t₂～t₃の期間で切換えられ、切換に応じて検出素子7には、図7（c）1sに示す駆動電流2mAおよび8mAが流れる。a接点に切換えられたときスイッチSW₂のa接点には、周囲温度に比例した図7（d）に示す電圧V_sが出力される。

【0051】電圧V_sは係数設定回路16に入力し予め設定された係数Kが乗算され、図7（e）に示す電圧V' _s（=KV_s）が出力される。スイッチSW₂がa接点に切換えられたとき、出力される電圧V_sは、周囲温度に正しく比例した値でないために周囲温度と対応するように電圧V_sを補正するための係数で

$$K = (V_0 - \text{温度変化分}) / V_s \quad (3)$$

で与えられる。

【0052】ホールド回路17は、図7（f）に示すように、電圧V' _sと等しいV'' _s（=V' _s）を出力する。減算回路18には電圧V₀とV'' _sが入力して図7（h）に示す絶対湿度に比例した電圧Vが出力される。すなわち、

$$(4)$$

電流パルス駆動時における出力電圧から差し引いて温度演算がなされる。

【0055】図9（a）、（b）は、本発明に係る2電源駆動方式を再提示したもので、図3（b）、（c）と同じ温度検出素子の駆動電流および出力電圧波形を示した図である。上述においては、図（a）に示すような連続した2mA、8mAの電流パルス駆動したとき、図9（b）に示す遅れを伴う電圧出力が得られるが、この駆動方式では高精度な2つの駆動電源を必要とし、駆動電源の精度や安定度が直接出力電圧値に影響される。例えば、2mA、8mAの2つの波高値の電流パルスを得るためには各々異なった回路部品が必要となり、波高値の精度は、その部品の特性に左右される。

【0056】図10（a）、（b）は、本発明による雰囲気計の一例としての温度計の駆動電流波形および出力電圧波形の一例を示す図で、図10（a）に示す時間t

13

から t_2 までの所定時間幅内で時間に比例する三角波（鋸歯状）の電流で駆動したとき、図10(b)に示すように時間遅れを伴ない出力電圧が出力する。しかし、図9(b)の点P、Cと同様に、図10(b)においては定められた点P、Qで示した計測タイミングを定めた時間に小電流駆動時と大電流駆動時の電圧値を定める。このように、三角形の定電流源で駆動することにより、駆動は一箇だけの電源でよく、しかも高精度にでき計測においては計測タイミングP、Qを定めておけばよい。

【0057】図11(a)、(b)は、本発明による雰囲気計の一例としての温度計の検出素子の、他の駆動電流波形を示す。図11(a)は、電流変化が時間と共に変化率が小さくなる凸状に湾曲した近似三角波状電流波形であり、図11(b)は電流変化が時間と共に変化率が大きくなる凹状に湾曲した近似三角波状電流波形であり、安定して電流源であれば、図10の三角波電流駆動の場合と同じ効果が得られる。

【0058】図12(a)、(b)、(c)、(d)、(e)は、本発明による雰囲気計の一例としての温度計の駆動回路の動作を説明するタイミングチャートである。図12(a)は低高温駆動期間で出力される低高温電圧波形、図12(b)は鋸歯状波駆動時の出力電圧波形、図12(c)はクロックパルス、図12(d)は計測ON/OFF信号、図12(e)はリセット信号を示す。

【0059】図3(c)、図9(b)のP、Qには、出力電圧が安定した時点での電圧値計測タイミングを定めているが、低温駆動時の計測タイミング t_a および高温駆動時の計測タイミング t_b は検出素子7を加熱駆動するタイミング t_0 が定めれば一義的に定められ、(a) 低高温電圧波形又は、(b) 鋸歯状波電圧波形と点線A-A線とが交わるa点までの時間 t_0 および点線B-B線と交わるb点までの時間 t_0 で低高温の電圧が計測される。

【0060】また、低高温駆動の時間 t_1 および駆動休止時間 t_2 は、(d) 計測ON/OFF信号で定められ、低高温駆動が完了する時間 t_1 では(e) リセット信号が出力される。しかし、これらの時間 t_0 、 t_1 、 t_2 は(c) クロックパルスの数により計測されて定められる。

【0061】図13は、本発明に係るタイミング発生図の一例のブロック図で、図中、20はクロック発生回路、21a、21b、21cはカウンタ、回路22基準電圧発生回路である。

【0062】クロック発生回路20からは図12(c)に示すクロックパルスが発生され、カウンタ回路21aでは、時間 t_a に対応する予め設定されたパルス数に達したとき計測タイミングパルスaが出力され、同様に、カウンタ回路21bからは、時間 t_b に対応するパルス数に達したとき計測タイミングパルスbが出力される。また、カウンタ回路21cからは、計測ON/OFF信

14

号の低高温駆動時間 t_1 および駆動休止時間 t_2 に対応するパルスを出し、時間 t_1 でのパルスによりカウンタ回路21a、21b、21cをリセットし、時間 t_2 でのパルスよりカウンタ回路21a、21bのカウントゲートを閉路する。また、カウンタ21cがリセットされたとき基準電圧発生回路22から検出素子を駆動する基準電圧Eが出力される。

【0063】図14は、リセット回路の例、図15は、図14のリセット回路のタイムチャートを示す。D-F・F（遅延フリップフロップ）23のD入力端に図15(b)に示す。計測ON/OFF信号が入力されると、1クロックパルス遅れてON/OFF信号に対応する図15(c)に示すQが出力される。図15(b)のクロックパルスと出力Qとのアンド出力としてクロックパルス幅の図15(d)のリセット信号が出力される。

【0064】図16は、本発明に係る検出素子を駆動する鋸歯状波電流駆動回路の一例を示すブロック回路で、基準電圧Eの入力を受ける抵抗 R_0 と、該抵抗 R_0 と帰還コンデンサ C_0 およびO-Pアンプ26とからなる積分回路リセット信号により帰還コンデンサ C_0 をデスチャージするスイッチ27を有し、リセット信号により定められる期間内で時間 t に比例する鋸歯状電圧 V_1 が出力される。

$$V_1 = (E / C_0 R_0) t \quad (5)$$

【0065】電圧 V_1 は基準抵抗 R_1 と同一な入力抵抗 R_1 を有するO-Pアンプ28からなる定電流回路に入力して、電圧 V_1 に比例した鋸歯状の定電流 I が検出素子に流れる。すなわち(5)から

【0066】

【数1】

$$I = \frac{V_1}{R_1} = \frac{1}{R_1} \cdot \frac{E}{C_0 R_0} \cdot t \quad (6)$$

【0067】が得られる。

【0068】図17は、本発明に係る検出素子の鋸歯状波電流駆動による湿度出力回路の一実施例を説明するためのブロック回路図であり、図中、29、30は増幅回路、31は係数設定回路、32、33はホールド回路、34は減算回路である。

【0069】検出素子7には、図16で示した鋸歯状電流 I が流れ、該検出素子7の両端電圧は、並列接続された増幅回路29および30に入力される。増幅回路29は低電流駆動時の出力電圧 V_0 を測定するもので係数設定回路31とホールド回路32とが列接続されている。一方、増幅回路30は高電流駆動時の出力電圧 V_0 を測定するものでホールド回路33が接続される。

【0070】ホールド回路32は、小電流駆動時の出力電圧 V_0 に係数 K を乗算後の補正電圧 V' を計測タイミングパルスaによりホールドする。一方、ホールド回路33は、大電流駆動時の出力電圧 V_0 を計測タイミング

パルスbによりホールドする。

【0071】ホールド回路32にホールドされた小電流駆動時の出力電圧 V_s ($=V_{s1}$)とホールド回路33にホールドされた大電流駆動時の出力電圧 V_o とは減算回路34で減算され絶対温度に比例した電圧Vが出力される。尚、低温時の小電流駆動電流を2mA、高温時の大電流駆動電流8mAとする(6)式に従って $t=T$ 、のとき2mA、 $t=t_1$ のとき8mAとなるように回路定数 C_0 、 R_0 、 R_s およびEを定めればよい。

【0072】図18は、本発明に係る検出素子の鋸歯状波電流駆動部による温度出力回路の、他の実施例を説明するためのブロック図で、図中、36はA/Dコンバータ、37はCPU(中央演算処理回路)であり、図中、図13、17と同じ同作をする部分には図13、17と同一の参照番号を付している。

【0073】図18に示した温度出力回路は、タイミングパルス、すなわち、計測ON/OFF信号、計測タイミング t_1 および t_2 リセット信号はCPU37のクロックを利用して、また、CPU37は、記憶機能を有するので、低温時および高温時の出力電圧をホールドする特別のホールド回路は必要である。従って検出素子7の出力電圧は、増幅回路35で所定電圧に増幅後A/Dコンバータ36でデジタル変換して変換された検出電圧のデジタル値をCPU37による計測タイミング t_1 および t_2 のタイミングで読み取り記憶し、更に、係数設定を行い、減算処理して簡易に絶対温度を求めることができる。

【0074】図19は、本発明に係る検出素子を電圧パルス駆動した場合の温度出力回路の実施例を説明するための図で、図中、38aは基準電圧発生回路1、38bは基準電圧発生回路2、39は定電圧回路であり、図18と同じ作用する部分には、図18と同一の参照番号を付している。

【0075】38aに示した基準電圧発生回路1は検出素子7に低電圧である V_{s1} を印加する定電圧回路で、38bに示した基準電圧発生回路2は、検出素子7に高電圧である V_{s2} を印加する定電圧回路で、各々の定電圧回路は、CPU37の端子 P_{01} から出力されるタイミングパルスにより駆動されるa接点、b接点および接地されたc接点を有するスイッチ SW_1 のa接点およびb接点に接続され、スイッチ SW_1 は、定電圧回路39の非反転入力に接続される。

【0076】定電圧回路39は、基準抵抗 R_s と他端が接地された検出素子7との直列抵抗を負荷に接続点は反転入力に接続される。この回路構成の定電圧回路39において検出素子7間の電圧 V_s はスイッチ SW_1 の接点に印加される各々の電圧と等しい電圧となる。すなわち、スイッチ SW_1 が

a接点のとき $V_s = V_{s1}$

b接点のとき $V_s = V_{s2}$

c接点のとき $V_s = 0$

の一定電圧が出力される。

【0077】このように抵抗値が R_s の検出素子7の電圧 V_s は一定で、基準抵抗 R_r を流れる電流 I_s は、 $I_s = V_s / R_s$ となり検出素子7には抵抗 R_s に応じた電流が流れる。すなわち、抵抗 R_s が温度または湿度により変化すると電流 I_s もそれに応じて変化し、基準抵抗 R_r を流れる電流 I_s を電圧 $V_r (=I_s \cdot R_r)$ として増幅回路35で検出する。

【0078】図20は、図19の一例のタイムチャートであり、例えば、 $V_{s1} = 0.5V$ 、 $V_{s2} = 4.5V$ とすると、スイッチ SW_1 がa接点に接続された時間 t_1 の期間では $V_s = 0.5V$ 、b接点に接続された時間 t_2 の期間では $V_s = 4.5V$ となり、c接点に接続された時間 t_3 の期間は図6に示した定電流加熱時と同様なタイミング設定がなされる。すなわち、 SW_1 がa接点に接続された低温加熱は定電流2mA駆動に相当し、 SW_1 がb接点に接続された低温加熱は、定電流8mA駆動の場合と同じである。

【0079】図21は、本発明による雰囲気計の一例としての湿度計の温度センサの、他の実施例を説明するための斜視図であり、図中、40はシリコン基板、41、42は空洞部、43、44は酸化膜基板、45、46は抵抗体、A、B、Cは電極である。

【0080】図1(a)に図示した温度検出素子は、前述のようにマイクロブリッジ構造を有する抵抗体である検出素子7を1個有し、1個の検出素子7を連続して、例えば、50ms毎の低温加熱および高温加熱を行うものであった。現実にはこのような微小時間内に急激に周囲環境が変化することはないが、理想的には検出素子7を低温、高温加熱同時駆動して、抵抗値の差を検出できればよい。しかし、同一場所で同一時間に低温加熱することが不可能である。このため、図21は本発明による湿度センサの他の実施例で、一つの基板上に相互に影響を及ぼさない程度に、2個の抵抗体をできるだけ近接させて配設したものである。

【0081】図21に示した湿度センサは、酸化膜40aを有する結晶シリコン基板40上に、異方性エッチングにより支持腕43a~43dおよび44a~44dで支持された酸化膜基板45、46を残し、同形等体の空洞部41および42を形成し、該空洞部41、42上に形成された酸化膜基板45、46上にジグザク構造を有する微細幅の抵抗体45、46を直列に接続し、接続部を電極Bとし、他端を各々電極A、Cとした構造を有する。この時、結晶シリコン基板40のパッケージは封止キャップではなく、通気性のあるメッシュキャップを用いる。次に、上述の構造を有する湿度センサの動作を説明する。

【0082】図22(a)、(b)~(d)は、図21に示した湿度センサを用いて湿度を求めるタイムチャー

トである。図22(a)は、クロック回路(図示せず)より等しいインターバルをもって等時間間隔に発信されるクロックパルス a_1, a_2, a_3, \dots を示す。図22(b)は、クロックパルス a_1, a_2, a_3, \dots に同期して端子C、B間の抵抗体46を加熱する低波高値の電力パルス b_1, b_2, b_3, \dots で低温加熱し、温度に比例した抵抗体46の抵抗値を検出する。

【0083】同時に、クロックパルス a_1, a_2, a_3, \dots に同期して端子B-A間の抵抗体45を加熱する高波高値の電力パルス c_1, c_2, c_3, \dots により高温加熱し、温度および温度に比例した抵抗体46の抵抗値を検出する。

【0084】図22(d)は、湿度演算回路(図示せず)により高温加熱した抵抗体45の抵抗値から低温加熱した抵抗体46の抵抗値を差し引き、クロックパルス a_1, a_2, a_3, \dots に同期し湿度に比例した波高値を有する湿度パルス d_1, d_2, d_3, \dots を得る。

【0085】図23(a), (b), (c)は、図21に示した湿度センサを用いて湿度を求める他のタイムチャートを示す。図23(a)に示したクロックパルス a_1, a_2, a_3, \dots も図22(a)に示したクロックパルス a_1, a_2, a_3, \dots と同じインターバルをもち、抵抗体45, 46をクロックパルス a_1, a_2, a_3, \dots に同期して駆動する。

【0086】このため、図23のタイムチャートの駆動方法は、図22に示した駆動方法をさらに改良したタイムチャートを示すもので、低温側抵抗体46も交互に高温動作させ、その時は、他方の抵抗体45は低温動作させ、それぞれ温度検出ならびに湿度検出も交互に行う方式とする。

【0087】即ち、クロックパルス(a_1)に同期した端子B-C間の抵抗体46を電力パルス b_1 で低温加熱したときは、端子B-A間の抵抗体45は電力パルス c_1 で高温加熱する。湿度パルス(図示せず)は、クロックパルス a_1 のタイミングでは、湿度をあらわす c_1 パルスから、温度のみをあらわす b_1 パルス駆動時の抵抗体の抵抗値差を求め、次のクロックパルス a_2 のタイミングでは、 b_1 のパルスの高電力パルス駆動時と低電力パルス駆動時における抵抗値差に基づいて温度を検出する。

【0088】

【効果】以上の説明から明らかなように、本発明によると、以下のような効果が得られる。

(1) 請求項1~6に対する効果:

(a) 検出素子の個々のバラツキに対して: 検出素子と補償素子を別個に組み合わせる従来の雰囲気計では、それぞれの検出素子の抵抗値(V-I特性)と抵抗温度係数が一致していないと、広い温度範囲での使用の妨げとなったり、より高精度の検出性能が得られない。そのため、厳重な特性組み合わせを必要とし、この結果は量

産性、歩留り、工程数においてコストアップになったが、本発明においては、同一の検出素子で補償と検出が行われるため抵抗値(V-I特性)も抵抗温度係数も同一であるため、個々の検出素子がバラツキがあっても高精度な性能が得られる。

(b) 検出素子の個々の応答時間(立ち上り時間)のバラツキに対して: 従来の2個の検出素子を組み合わせる場合は応答時間にバラツキがあるが、本発明では、同一の検出素子であり、温度検出が遅ければ、所定気体濃度検出も遅く、応答時間は常に一定の関係であり、組み合わせの困難性はない。

(c) 検出素子の個々の経時変化のバラツキに対して: 従来の2個の検出素子では、それぞれ経時変化は微妙に異なるので、一致している時間のみ使用できるが、その期間を過ぎると使用できなくなる。また、その期間の予測あるいは期間を自己検出することも難しかったが、本発明では、同一の素子であり、特性の変化に応じて一定の関係があるので問題とならない。従って、素子の経時特性にバラツキがあっても、素子そのものに経時変動が極度に大きくなければ使用できる。

(d) 封止キャップの湿度影響に対して: 従来の補償素子のある雰囲気計では、封止キャップに異なる濃度の気体加わるとごくわずかではあるが密封された空気を伝導して内部の発熱体に出力が現れ異なる気体濃度の影響が現れて正確に気体濃度変動分を取り出すことができないが、本発明においては、1個の検出素子であり、気体濃度測定も気体濃度および周囲温度測定もどちらもキャップの状態・周囲雰囲気の状態が同一であるから気体濃度影響は全くない。

(e) 消費電力に対して: 従来の補償素子を用いる濃度計では、消費電力は検出素子のほぼ2倍を必要としていたが、本発明においては、補償の役割分については数分の1ないし数10分の1の電力であり全体の消費電力はおよそ1/2になる。

(f) 圧力変動について: 封止キャップの定常圧で温度補償されるのと異なり、温度補償の雰囲気圧力も検出時とほぼ同一であるため圧力変動による測定値のズレがなく高精度である。

(2) 請求項7に対する効果: 急激な周囲環境変化に対しても同時に気体濃度測定ができる。

(3) 請求項8に対する効果: 2つの抵抗体を異なる駆動電力パルスで交互に駆動させると、次のような効果も加わる。

(a) 単純に耐久寿命が2倍に長くなる。

(b) 温度気体濃度検出側の熱蓄積が少なくなり、動作間隔をつめられることができ、用途が広がる。

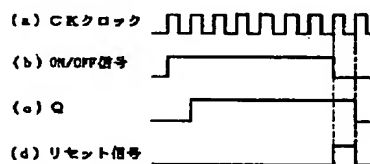
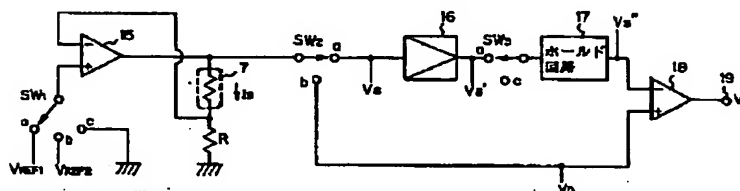
(c) 通電時の電源に対する電力負荷が均一で安定する。

(d) 集積回路技術を利用して作るので、2コ間のバラツキが少ないから、これが実現しやすい。

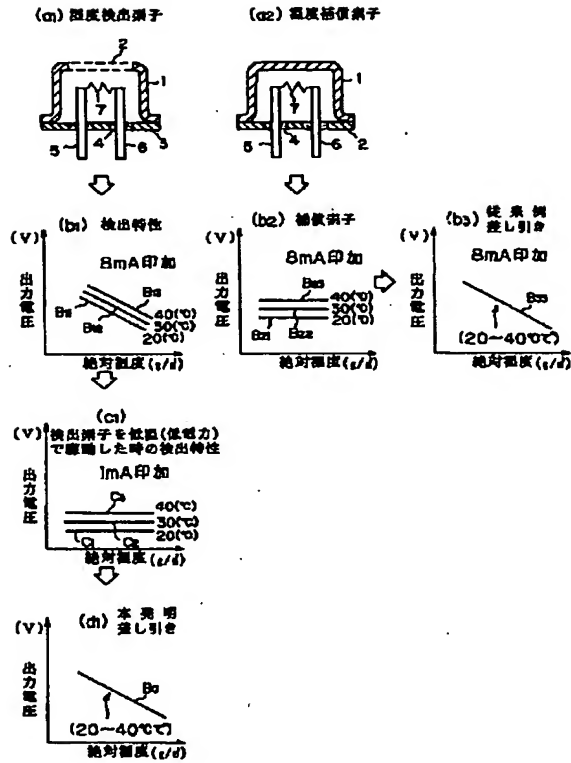
【図 17】 本発明に係る検出素子の鋸歯状波電流駆動による温度出力回路の一実施例を説明するためのブロック回路図である。

1…封止キャップ、2…メッシュ、3…ベース、4…ハ
ーメチックシール、5、6…リードピン、7…抵抗体
(検出素子)、15…増幅回路、16…係数設定回路、
17…ホールド回路、18…減算回路、19…出力端
子、20…電圧検出回路、21…電流検出回路、22…
割算回路、23… $D \cdot F \cdot F$ (遅延フリップフロ
ップ)、26…O-Pアンプ、27…スイッチ、29、3
0…増幅回路、31…係数設定回路、32、33…ホー
ルド回路、34…減算回路、36…A/Dコンバータ、
37…CPU (中央演算処理回路)、38a…基準電圧
発生回路1、38b…基準電圧発生回路2、39…定電
圧回路、40…シリコン基板、41、42…空洞部、4
3、44…酸化膜基板、45、46…抵抗体、A、B、C
…電極。

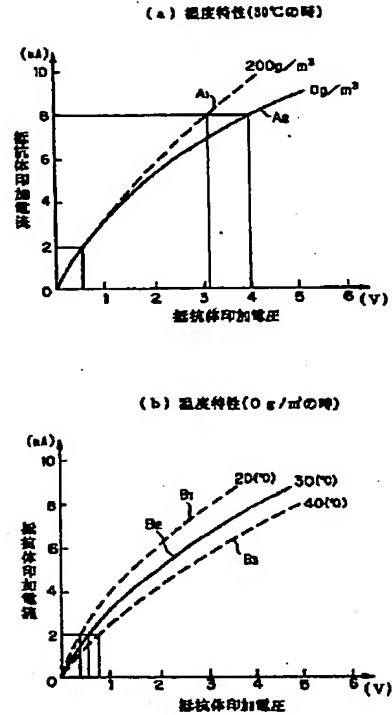
【图 15】



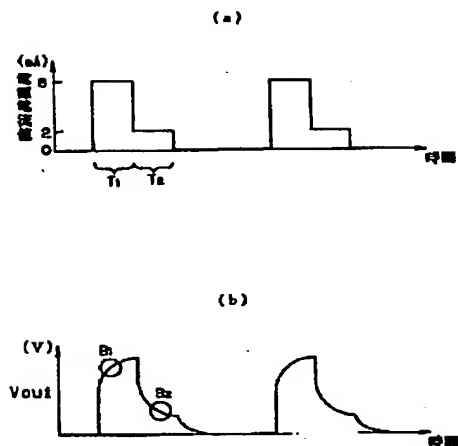
【図1】



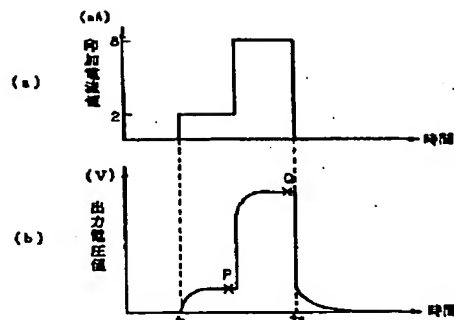
【図2】



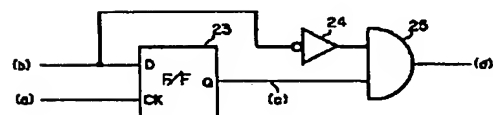
【図4】



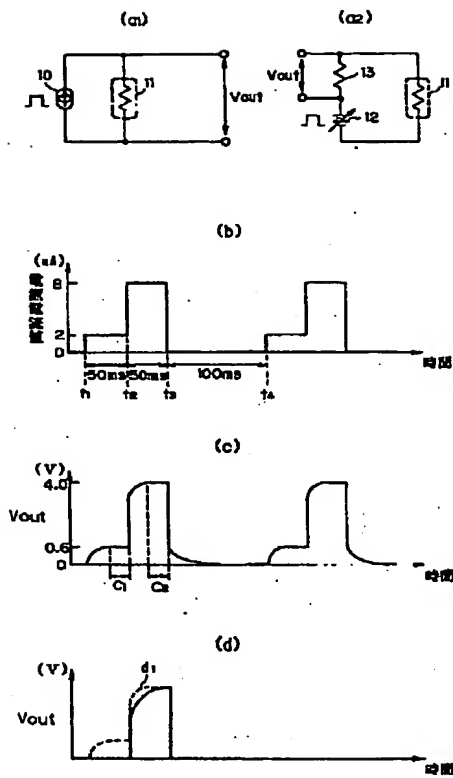
【図9】



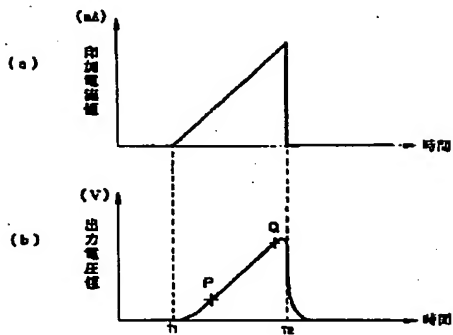
【図14】



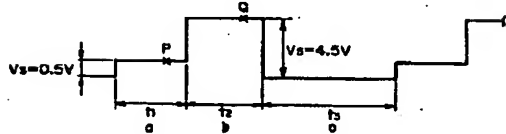
【圖3】



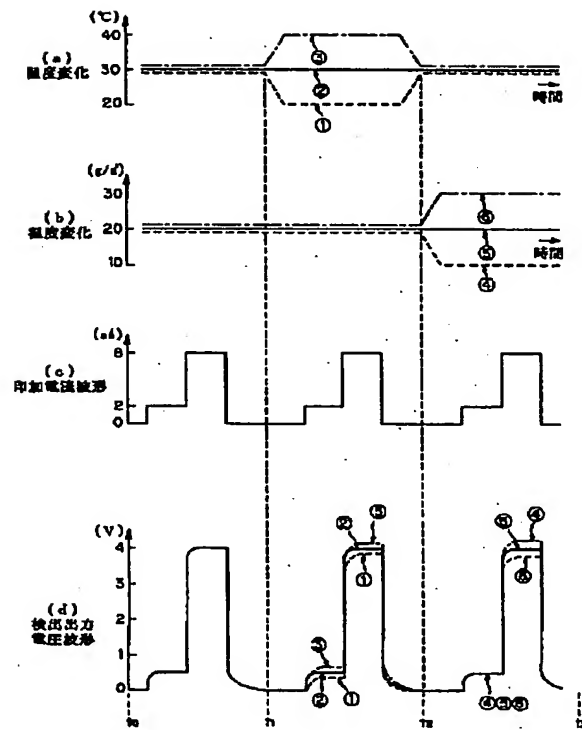
【圖10】



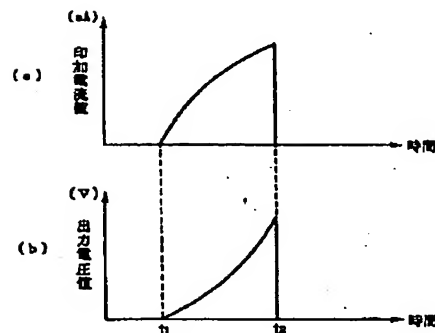
【圖20】



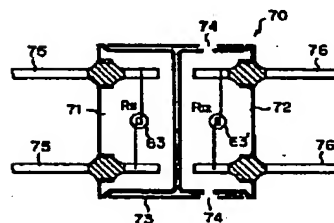
【圖5】



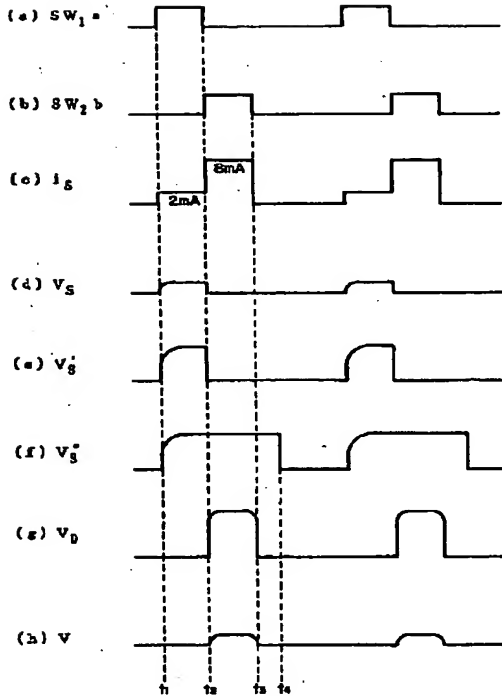
【圖11】



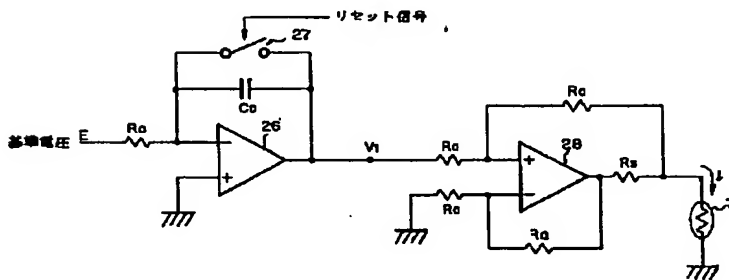
【圖27】



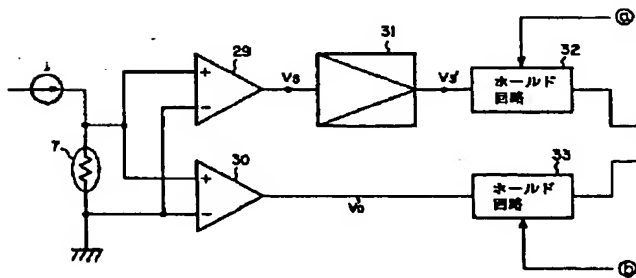
【図7】



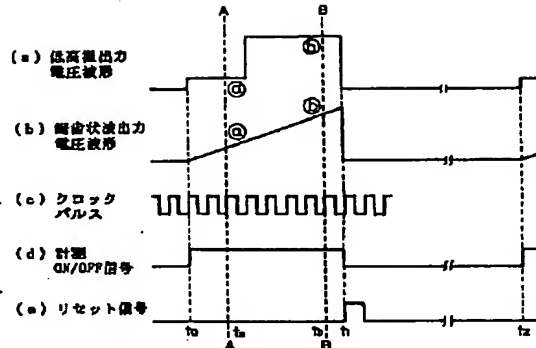
【図16】



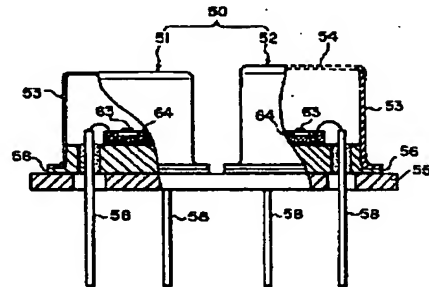
【図17】



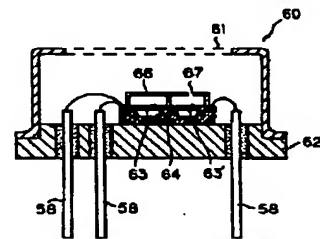
【図12】



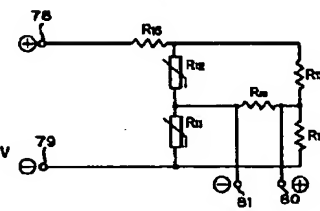
【図24】



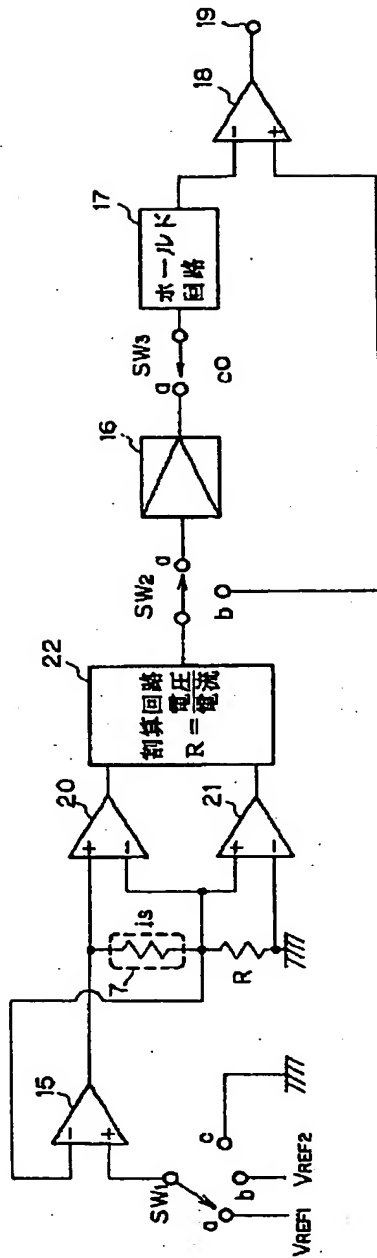
【図26】



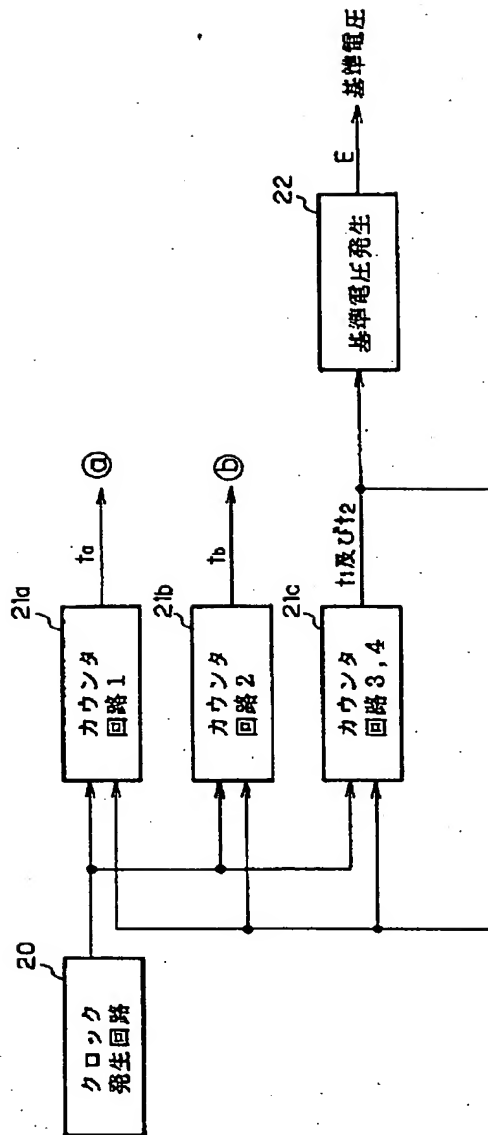
【図28】



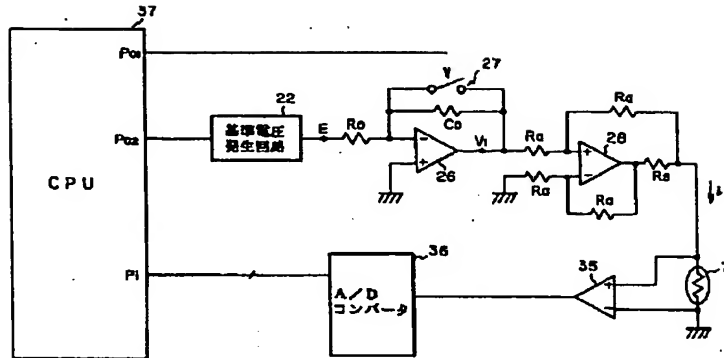
【図8】



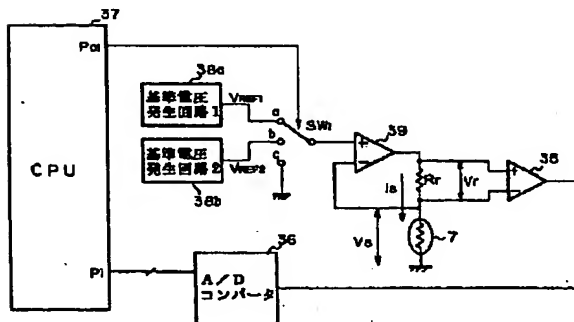
【図13】



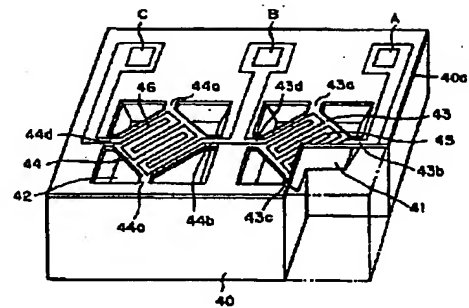
【図18】



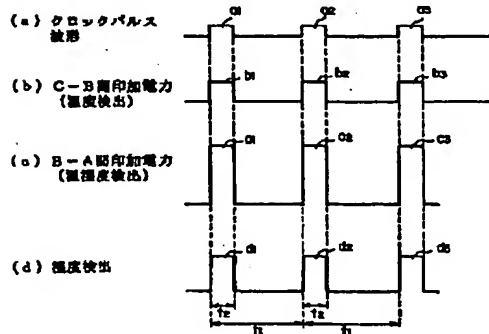
【図19】



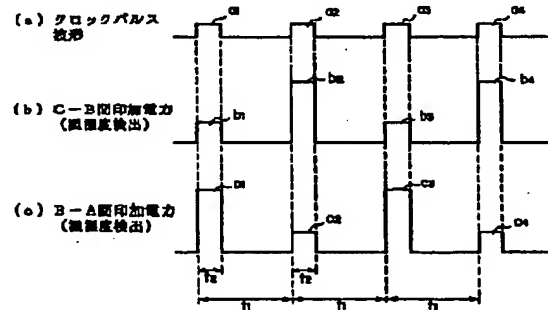
【図21】



【図22】



【図23】



【図25】

